

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-062410

(43)Date of publication of application : 13.03.2001

(51)Int.Cl.

B08B 3/02

B05B 1/06

B08B 5/00

H01L 21/304

(21)Application number : 11-245556

(71)Applicant : BABCOCK HITACHI KK

(22)Date of filing : 31.08.1999

(72)Inventor : SATO KAZUNORI  
MIZOGUCHI TADAAKI  
MATSUMOTO TERUAKI  
HAMADA IKUHISA  
UNE TERUO

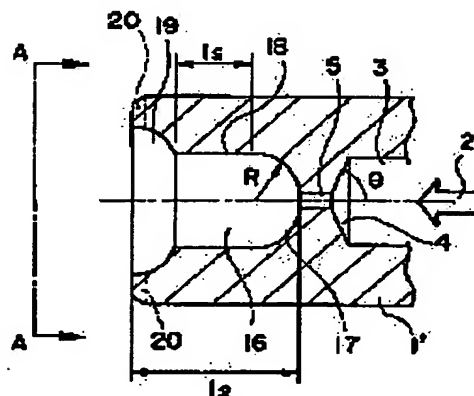
## (54) CLEANING NOZZLE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a cleaning nozzle of which the outlet opening end is easily positioned.

**SOLUTION:** The cleaning nozzle 1' has a high pressure supply flow passage 3 and high pressure water 2 is supplied to the high pressure water supply flow passage 3 from the upstream side of the nozzle 1'. A throttle part having about 150° throttle angle  $\theta$  and an ejection port 5 are formed at the downstream side of the high pressure water supply flow passage 3 and after being reduced in pressure and accelerated, the high pressure water 2 is ejected from the ejecting port 5. A circular arc type hollow part 17 of a hemispherical body having a radius R of curvature is formed at the outlet of the ejecting port 5. The radius R of curvature is about 20 times the inside diameter of the ejecting port 5. A cylindrical hollow part 18 having the same diameter with that of the part 17 and a length  $l_5$  is provided at the down stream side of the circular arc type hollow part 17.

Further, a hemispherical outlet expanded part 19 is provided at the tip of the cylindrical hollow part 18 and plural water discharge grooves 20 are engraved radially in the radius direction on the opening end of the outlet expanded part 19.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

特開 2001-62410

(P 2001-62410A)

(43) 公開日 平成13年3月13日 (2001. 3. 13)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テ-コ-ド (参考)
B 0 8 B	3/02	B 0 8 B	3/02 G 3B116
B 0 5 B	1/06	B 0 5 B	1/06 3B201
B 0 8 B	5/00	B 0 8 B	5/00 Z 4F033
H 0 1 L	21/304 6 4 3	H 0 1 L	21/304 6 4 3 C

審査請求 未請求 請求項の数 6

O L

(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-245556

(22) 出願日 平成11年8月31日 (1999. 8. 31)

(71) 出願人 000005441

パブコック日立株式会社

東京都港区浜松町二丁目4番1号

(72) 発明者 佐藤 一教

広島県呉市宝町3番36号 パブコック日立  
株式会社呉研究所内

(72) 発明者 溝口 忠昭

広島県呉市宝町3番36号 パブコック日立  
株式会社呉研究所内

(74) 代理人 100066979

弁理士 鶴沼 辰之

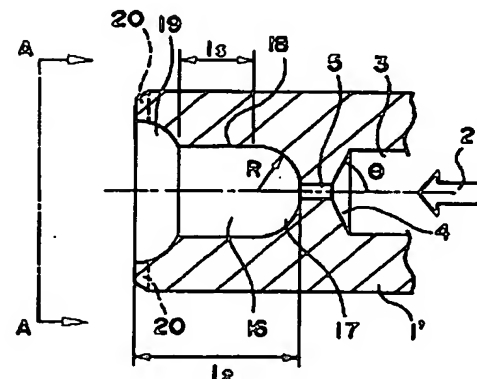
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 洗浄用ノズル

(57) 【要約】

【課題】 ノズルの出口開口端の位置決めを適正かつ容易に行うことができる洗浄用のノズルを提供する。

【解決手段】 洗浄用ノズル 1' は高圧水供給流路 3 を有し、この高圧水供給流路 3 にはノズル 1' の上流側より高圧水 2 が供給される。高圧水 2 の流れに沿って高圧水供給流路 3 の下流側には、しぼり角度  $\theta$  が約 150 度のしぼり部と噴出孔 5 が形成され、高圧水 2 はしぼり部で減圧・加速された後、噴出孔 5 から噴射される。噴出孔 5 の出口には、曲率半径 R の半球体である円弧形空洞部 17 が形成されている。この曲率半径 R の大きさは、噴出孔 5 の内径のおよそ 20 倍である。円弧形空洞部 17 の下流側には、同一径で長さ  $l_s$  の円筒形空洞部 18 が設けられている。さらに、この円筒形空洞部 18 の先端には、略半球体の出口拡大部 19 が設けられており、この出口拡大部 19 の開口端には、複数の排水溝 20 が半径方向放射状に刻設されている。



- 1' : ノズル
- 2 : 高圧水
- 3 : 高圧水供給流路
- 4 : 絞り部 (径収縮部)
- 5 : 噴出孔
- 16 : 拡大空洞部
- 17 : 円弧形空洞部
- 18 : 円筒形空洞部
- 19 : 円弧形出口拡大部
- 20 : 排水口

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 噴出孔から噴出するウォータージェットを洗浄対象物に衝突させることにより、前記洗浄対象物の表面に生成・堆積もしくは固着した物質を除去する洗浄用ノズルにおいて、

前記噴出孔の出口に、該噴出孔よりも大きな径を有する円筒状の拡大空洞部を延設するとともに、前記拡大空洞部の先端に末広りの出口拡大部を設け、かつ前記出口拡大部の開口端に前記拡大空洞部内の水を放射状に排出する排出流路を設けたことを特徴とする洗浄用ノズル

【請求項 2】 請求項 1 に記載の洗浄用ノズルにおいて、

前記拡大空洞部は、前記噴出孔側が半球状もしくは偏平状に形成されていることを特徴とする洗浄用ノズル。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の洗浄用ノズルにおいて、

前記出口拡大部は、半球状もしくは略円錐状に形成されていることを特徴とする洗浄用ノズル。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の洗浄用ノズルにおいて、

前記噴出孔の出口と前記出口拡大部の開口端間の軸方向距離を、キャビテーション・ジェットの軸方向に対する衝撃圧分布の 2 番目のピークに相当する領域に選定したことを特徴とする洗浄用ノズル。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の洗浄用ノズルにおいて、

前記噴出孔の出口と前記出口拡大部の開口端間の軸方向距離を、キャビテーション・ジェットの軸方向に対する衝撃圧分布の最初のピークに相当する領域に選定したことを特徴とする洗浄用ノズル。

【請求項 6】 請求項 1 に記載の洗浄用ノズルにおいて、

前記拡大空洞部の内壁にダイヤモンド等から成る硬質皮膜をコーティングしたことを特徴とする洗浄用ノズル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は洗浄用のウォータージェットを作り出すノズルに係り、特にキャビテーションを用いて洗浄を行う洗浄用ノズルに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 錆や熔融固着物あるいはスラッジ状の付着物や汚れを除去するのに、ウォータージェット洗浄法が広く用いられている。図 13 は、従来から広く用いられている通常のウォータージェット洗浄法を示しており、ノズル 12 からのウォータージェット 14 により、母材 8 上の付着物 9 を除去するものである。ノズル 12 には、高圧水 2 が供給される高圧水供給部 3 が設けられ、その高圧水供給部 3 の先端部には、しぼり部 13 及び該絞部 3 に接続して噴出孔 5 が形成されている。15 は跳ね返り水である。

【0003】 噴出孔 5 から噴射されるウォータージェット 14 は気相中のウォータージェットで、キャビテーションは存在しておらず、ジェットの衝突圧力のみが付着物 9 に発生する。その衝突圧力の大きさは、キャビテーションによる衝撃圧に比べると、1~2 桁も小さい。また、付着物には容易に除去可能なものもあれば、かなり堅固に付着してなかなか除去できないものも多い。そのため、除去しにくい付着物に対しては、高速ウォータージェットが用いられる。この高速ウォータージェットでは、ポンプの吐出圧力が高められ噴射水量も多いので、除去しにくい付着物、例えば堅固なスケールのような付着物をも容易に除去することができる。

【0004】 しかし、ポンプの吐出圧力を高めるには、ポンプの動力を増大させなければならず、エネルギーコスト的に不利となる。

【0005】 そこで、キャビテーションを用いた洗浄法が提案されている。この洗浄法では、図 12 に示すように、ノズル 1 に高圧水供給部 3、しぼり部 4、噴出孔 5 が設けられ、さらに噴出孔 5 の出口先端には吊り鐘形の拡大空洞部 6 が形成されている。そして、噴出孔 5 から高圧水 2 が噴射されると、拡大空洞部 6 の内部には周囲水 11 として水が充満し、拡大空洞部 6 内にキャビテーション・ジェット 7 が発生する。このノズル 1 では、キャビテーションの作用を積極的に利用しているので、高圧水 2 の圧力をむやみに高めなくても付着物 9 を良好に除去することができ、またキャビテーション気泡が急速に崩壊するとき、超高压力の衝撃波が生じるので、洗浄もスムーズに行えるようになる。

【0006】 このようなキャビテーションを用いた洗浄法では、洗浄対象物が水中にあるケースとは異なり、気相中においては、ウォータージェットにキャビテーションを発生させる技術、すなわちノズルにおいてキャビテーション・ジェット (Cavitating jet) を作り出す技術が必要になる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記従来のキャビテーションを用いた洗浄法では、ノズルの出口開口端の位置決めの問題がある。すなわち、拡大空洞部 6 の出口開口端が、付着物 9 から離れすぎると、拡大空洞部 6 内に周囲水 11 が無くなり、キャビテーション・ジェット 7 は通常の気相中ウォータージェットとなり、付着物 9 を除去する威力は半減する。一方逆に、出口開口端を付着物 9 に押し付け過ぎると、リーク水 10 の行き場が無くなってしまふので、拡大空洞部 6 内の周囲水 11 の圧力が増大し、キャビテーション・ジェット 7 が不安定になる。

【0008】 本発明の目的は、ノズルの出口開口端の位置決めを適正かつ容易に行うことができる洗浄用ノズルを提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、噴出孔から噴出するウォータージェットを洗浄対象物に衝突させることにより、前記洗浄対象物の表層に生成・堆積もしくは固着した物質を除去する洗浄用ノズルにおいて、前記噴出孔の出口に、該噴出孔よりも大きな径を有する円筒状の拡大空洞部を延設するとともに、前記拡大空洞部の先端に末広がりの出口拡大部を設け、かつ前記出口拡大部の開口端に前記拡大空洞部内の水を放射状に排出する排出流路を設けたことを特徴としている。

【0010】上記構成によれば、出口拡大部の開口端を洗浄対象物に押し当てて、噴出孔からウォータージェットを噴射させると、拡大空洞部の内部にはウォータージェットとして噴射された水が充填し、ウォータージェットは激しいキャビテーションを伴うキャビテーション・ジェットとなって、洗浄対象物に衝突する。これによって、洗浄対象物の表層に生成・堆積もしくは固着した物質を容易に除去することができる。また、キャビテーション・ジェットは洗浄対象物に衝突した後、出口拡大部の開口端に設けられた排出流路を通して放射状に排出される。このとき、拡大空洞部内にたまる水と、ウォータージェットとして供給される水量とのバランスをとりながら排出される。排水流路からは、水と除去された物質の破片が排出される。

【0011】本発明の洗浄用ノズルでは、出口拡大部の開口端を洗浄対象物に押し当てるだけで、拡大空洞部内には水が充填し、さらにキャビテーション・ジェットが形成される。このため、ノズルの微妙な位置決めに関する操作の難しさが解消され、オペレータの洗浄作業が容易になり、洗浄を効率よく行うことができる。また、無駄に消費される水も減るので、洗浄排水も削減できて排水処理のコスト低減を図ることもできる。

【0012】本発明では、拡大空洞部は噴出孔側が半球状もしくは扁平状に形成され、また、出口拡大部は半球状もしくは略円錐状に形成されている。

【0013】また、本発明は、噴出孔の出口と出口拡大部の開口端間の軸方向距離を、キャビテーション・ジェットの軸方向に対する衝撃圧分布の2番目のピークに相当する領域に選定したことを特徴としている。さらに本発明は、噴出孔の出口と出口拡大部の開口端間の軸方向距離を、キャビテーション・ジェットの軸方向に対する衝撃圧分布の最初のピークに相当する領域に選定したことを特徴としている。

【0014】本発明では、その内部でキャビテーションが最も活発になる形状の拡大空洞部が設けられているので、強力なキャビテーションを伴うウォータージェットを洗浄対象物に衝突させることができる。2番目のピークの領域を使う場合は、比較的低強度の付着物が対象となる。これに対して、最初のピークを使う場合は、キャビテーションの生成が、ノズルから噴出した直後の

「芯」の断続的分裂に影響を及ぼすので、硬質のスケールも効率よく破壊・除去できる。

【0015】また、拡大空洞部の内壁にはダイヤモンド等から成る硬質皮膜をコーティングすることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に従って説明する。

（実施の形態1）図1乃至図3は本発明の実施の形態1による洗浄用ノズルを示しており、図1は洗浄用ノズルの断面図、図2と図3は図1をA-A方向から見た矢視図である。本実施の形態の洗浄用ノズル1'は高圧水供給流路3を有し、この高圧水供給流路3にはノズル1'の上流側より高圧水2が供給される。高圧水2の流れに沿って高圧水供給流路3の下流側には、しぼり角度 $\theta$ が約150度のしぼり部（径収縮部）と噴出孔5が形成され、高圧水2はしぼり部で減圧・加速された後に、噴出孔5から噴射される。

【0017】噴出孔5の出口には、曲率半径Rの半球体である円弧形空洞部17が形成されている。この曲率半径Rの大きさは、噴出孔5の内径のおよそ20倍である。円弧形空洞部17の下流側には、同一径で長さlsの円筒形空洞部18が設けられている。さらに、この円筒形空洞部18の先端には、略半球体の円弧形出口拡大部19が設けられており、この円弧形出口拡大部19の開口端には、排出流路として複数の排水溝20が半径方向放射状に刻設されている。このように、本実施の形態の洗浄用ノズル1'には、噴出孔5の出口に、円弧形空洞部17、円筒形空洞部18及び円弧形出口拡大部19から成る拡大空洞部16が設けられている。また、拡大空洞部16の内壁にはダイヤモンド等から成る硬質皮膜がコーティングされている。

【0018】排水溝20は、図2のように円弧形出口拡大部19の開口端の円周方向に120度ピッチで3箇所に刻設してもよいし、図3のように円弧形出口拡大部19の開口端の円周方向60度ピッチで6箇所に刻設してもよい。また、3箇所や6箇所に限らず、2箇所、4箇所、5箇所、または7箇所以上刻設してもよい。

【0019】上記構成の洗浄用ノズル1'において、洗浄対象物を洗浄する際には、円弧形出口拡大部19の開口端を洗浄対象物に押し付けて、ウォータージェットとして高圧水2を噴出孔5から供給することにより、拡大空洞部16の内部には水が充填する。また、円弧形出口拡大部19の開口端には排水溝20が刻設されているので、拡大空洞部16内にたまった水は排水溝20を介してノズル1'の外部へ容易に排出される。噴出孔5の出口と円弧形出口拡大部19の開口端との距離 $l_2$ は、拡大空洞部16内に生じるキャビテーション・ジェットのスタンドオフ距離に相当している。この距離 $l_2$ を、噴流の軸方向衝撃圧力分布における2番目のピーク（第2ピーク）に相当する領域から選定する。この第2ピーク

に相当する $l_2$ を用いると、ジェットの影響によるエネルギーが狭い領域に集中しないので、母材を傷つけることなくキャビテーションの作用を十分に活用した洗浄が可能になる。距離 $l_2$ の長さは、高圧水2の圧力が、例えば $700\text{ kgf/cm}^2$ の場合、噴出孔5の内径の70倍以上130倍未満程度の範囲内から選定する。

【0020】図1に示した例では円弧形出口拡大部19を略半球体としていたが、図4に示した洗浄用ノズル1'には、拡がり角度 $\phi$ の円錐形出口拡大部21が設けられている。円錐形出口拡大部21とした場合には、図1の場合と比べると、キャビテーション・ジェットが衝突した場合におけるキャビテーションの威力が幾分劣るものの、略円錐形であるため加工が容易であるという利点がある。

【0021】次に、本実施の形態における洗浄用ノズル1'の作用について説明する。図5(a)は、本実施の形態による洗浄用ノズル1'を用いて洗浄している様子を模式的に描いたものである。拡大空洞部16の中には、キャビテーションが激しく発達したキャビテーション・ジェット29が生じて、母材8上のスケール25に衝突し、スケール25を破壊して母材8から離脱させる。拡大空洞部16内に吹き込まれた水は、スケール25が粉々に粉碎された破片とともに、排出溝20から放射状にノズル1'の外へ排出される。また洗浄用ノズル1'では、図5(b)に示すように、第2ピーク28の領域を利用しており、ジェットの衝突よりもキャビテーションの威力が強まる。そのため、広い衝突面にキャビテーションによる洗浄の効果が及ぶようになる。すなわち、洗浄が最も効果的に起こるようになる。また、エネルギーが局部に集中しないので、母材8に損傷を与えることもない。このように第2ピーク28を利用する方法は、比較的軟らかなスケールやスラッジの除去に適している。なお、図5(b)において、27は第1ピークであり、これについては後述する。

【0022】図6は、水洗に要する時間を、本発明と従来技術とで比較したものである。縦軸における水洗時間 $t$ は、従来技術における水洗時間 $t^*$ で割ることにより無次元化した。したがって、従来技術において $t/t^*=1$ となる。この従来技術では前述したように、拡大空洞部出口と洗浄対象物間のギャップ設定が難しく、ギャップが大き過ぎるとキャビテーション・ジェットが形成されないなど、洗浄効果が維持できなくなる性質がある。これに対して本発明においては、 $t/t^*=0.55$ であり、高効率を常時確保することで水洗時間を大幅に短縮できる効果が得られている。

【0023】図7の実証試験結果は、水洗に使用する水量(同時に排水の量となる) $W$ に対して、従来技術と本発明とを比較したものである。縦軸の水洗水量 $W$ は、従来技術における水洗水量 $W^*$ で割ることにより無次元化している。すなわち、先行技術において $W/W^*=1$ とな

る。図6に示したように、本実施の形態では水洗時間の短縮という効果が生じたことから容易に想像されることがあるが、水洗水量 $W$ に対しても6割もの削減を図ることができている。この効果は、排水処理のコストも抑制できるという効果につながる。

【0024】図8は、スケール除去量 $M$ に対して、図13に示した通常のウォータージェット法と本発明の性能を実績に基づいて比較したものである。縦軸のスケール除去量 $M$ は、従来技術におけるスケール除去量 $M^*$ で割ることにより無次元化した。したがって、図13に示した従来技術において $M/M^*=1$ となる。この従来技術では、気相中のウォータージェットの衝突圧力のみを用いるので、際立った高い圧力は作用せず、キャビテーションの衝撃力を駆使する本発明との差は歴然である。従来技術に対して、本発明では、4倍近くまでスケール除去量を増やす効果が生まれたことが確認できた。なお、ここで対象としたスケールは、ヴィッカーズ硬度 $H_v$ が約500の比較的硬質のものであるが、多孔質のスケールやソフトスケールの場合には、従来技術と本発明におけるスケール除去量の差は図8の結果よりも縮小する。すなわち、硬質の(ハード)スケールの方が、本発明の適用対象としてふさわしい、ということになる。

【0025】(実施の形態2)次に、本発明の実施の形態2を説明する。実施の形態1では、ノズル内の拡大空洞部におけるキャビテーション・ジェットの第2ピーク領域を使用した例であったが、本実施の形態では、硬質スケール30の除去に対して、キャビテーション・ジェット29の第1ピーク27(図11(b)参照)の領域を使用した例である。

【0026】図9はノズルの軸方向断面図、また図10は図9のC-C方向から見た矢視図である。第1ピークは、ジェットが十分に広がる以前の領域であるから、拡大空洞部16'の容積は、図1に示した第2ピークを利用する拡大空洞部のそれに比べると小さい。本実施の形態の洗浄用ノズル1'には、噴出孔5の先端に偏平円弧形空洞部22が設けられ、さらにこの偏平円弧形空洞部22に円筒形空洞部23が延設されている。円筒形空洞部23の出口が、このノズルの開口端となっており、この開口端には、図10に示すように8本の突起状円柱体24が植設されている。そして、これら突起状円柱体24の隙間をぬって、洗浄水が放射状に排出される。本実施の形態の作用について説明する。噴出口5の出口では、図11(a)に示すように、高速(およそ500~1000m/秒)で吹き出す水芯32が生成され、同時に発生するキャビテーションが引き金(トリガ)となって分裂し、断続的に除去対象である硬質スケール30の表面に高速で衝突する。この水芯32の衝突とキャビテーションの連成作用により、硬質スケール30は破壊され、粉々の破片31となって放射状にひろがる吹き出し流26とともに排出される。

【0027】ちなみに、第1ピーク27の領域は、噴出孔5の口径をDjとすると、スタンドオフ距離Xsとして、 $8Dj < Xs < 20Dj$ 程度の範囲に存在する。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、以下の効果が期待できる。

(1) 洗浄対象物に対してノズル開口端を押し付けるのみで適正な洗浄効果が得られる。その結果、ノズルの位置決めに関する精密な操作が一切不要になる。

(2) 硬・軟質に係わらず様々なスケールの除去に対応できるようになり、しかも母材に損傷を与えることが無いので、洗浄施工の信頼性が高まる。

(3) 洗浄水の使用量が少なく済むので、洗浄排水が減少し、処理コストも抑えることが可能になる。

(4) 最適なスタンドオフ距離の設定が可能になるため、水洗時間を短く済ますことができる。

(5) 発達したキャビテーションの作用を積極的に活用するため、噴射圧力（あるいはポンプの吐出圧力）をむやみに高くしなくても済み、エネルギーコスト的に有利である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1による洗浄用ノズルの断面図である。

【図2】図1をA-A方向から見たときの洗浄用ノズルの開口端を示した図である。

【図3】洗浄用ノズルの開口端の変形例を示した図である。

【図4】洗浄用ノズルの開口端の変形例を示した図である。

【図5】図1の洗浄用ノズルにおける作用を説明した図

である。

【図6】本発明の洗浄用ノズルを適用したことによる効果を説明した図である。

【図7】本発明の洗浄用ノズルを適用したことによる効果を説明した図である。

【図8】本発明の洗浄用ノズルを適用したことによる効果を説明した図である。

【図9】本発明の実施の形態2による洗浄用ノズルの断面図である。

【図10】図9をC-C方向から見たときの洗浄用ノズルの開口端を示した図である。

【図11】図9の洗浄用ノズルにおける作用を説明した図である。

【図12】従来技術によるキャビテーションを用いた洗浄法を説明した図である。

【図13】従来技術によるウォータージェット洗浄法を説明した図である。

【符号の説明】

1', 1'', 1''' ノズル

2 高圧水

3 高圧水供給部

4 しぼり部

5 噴出孔

16, 16' 拡大空洞部

17 円弧形空洞部

18, 22 円筒形空洞部

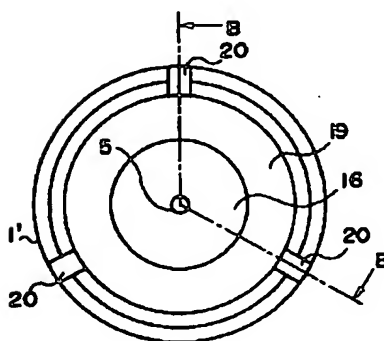
19 円弧形出口拡大部

20 排出溝

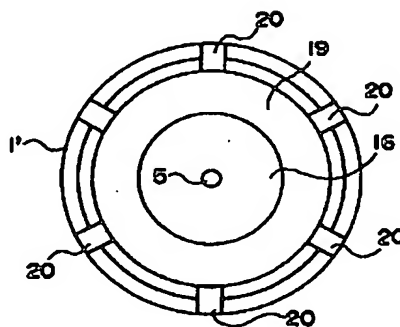
21 偏平円形空洞部

24 突起状円柱体

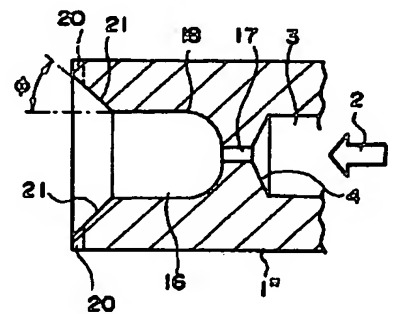
【図2】



【図3】



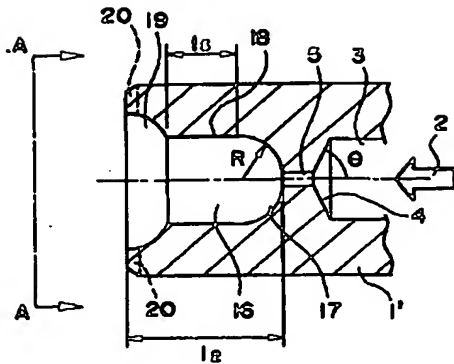
【図4】



1'' : ノズル

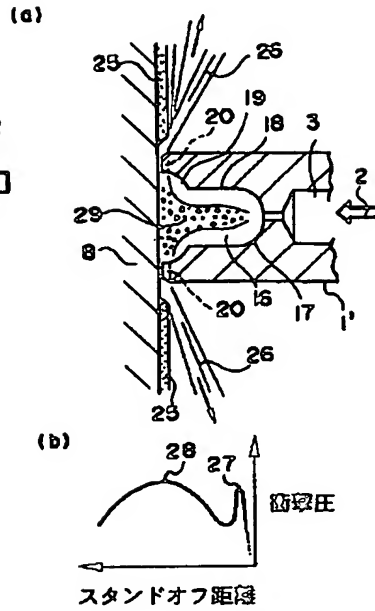
21 : 円筒形出口拡大部

【図1】

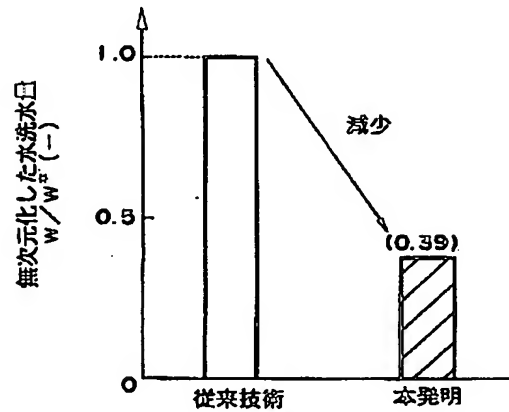


- 1' : ノズル  
 2 : 高圧水  
 3 : 高圧水供給流路  
 4 : 絞り部 (径収縮部)  
 5 : 噴出孔  
 16 : 拡大空洞部  
 17 : 円弧形空洞部  
 18 : 円筒形空洞部  
 19 : 円弧形出口拡大部  
 20 : 排出口

【図5】

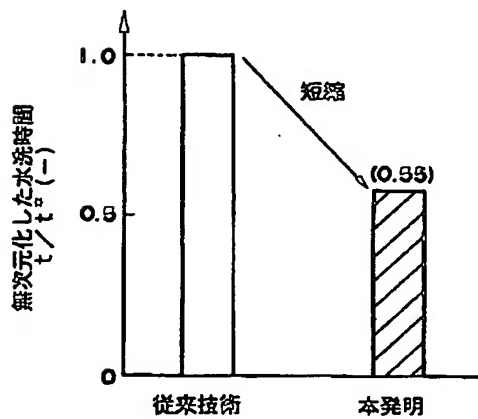


【図7】



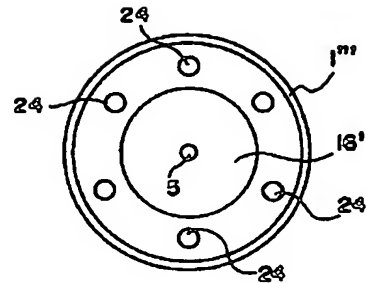
$w$  ... 水洗水量  
 $w^*$  ... 従来技術における水洗水量

【図6】

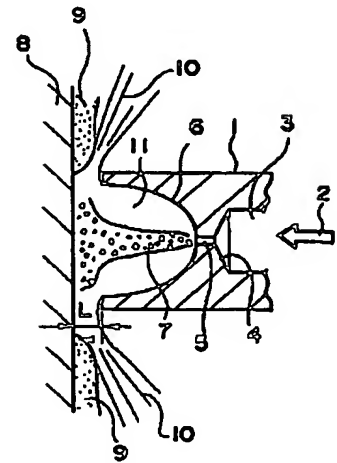


$t$  ... 水洗時間  
 $t^*$  ... 従来技術における水洗時間

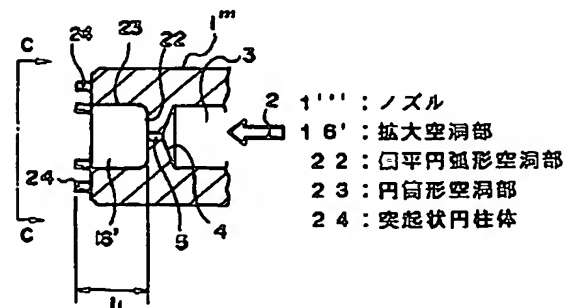
【図10】



【図12】

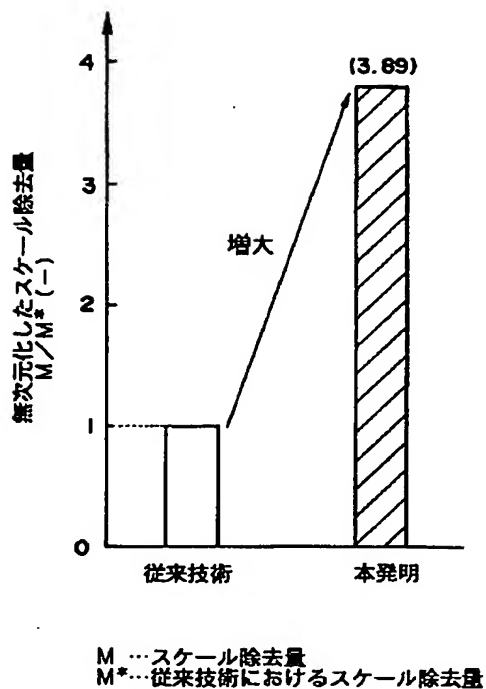


【図9】

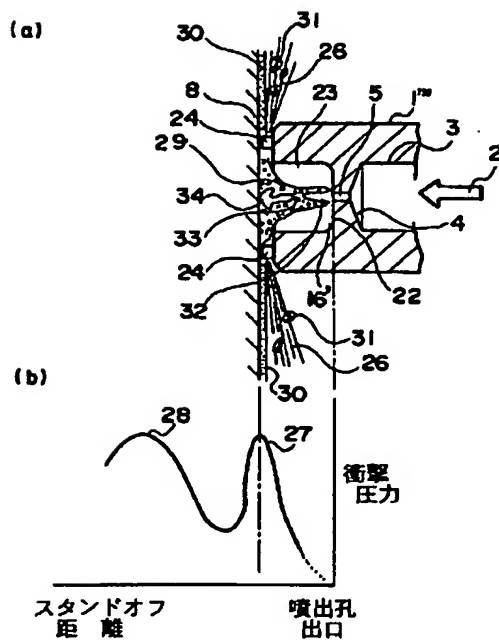


- 1' : ノズル  
 16' : 拡大空洞部  
 22 : 円弧形空洞部  
 23 : 円筒形空洞部  
 24 : 突起状円柱体

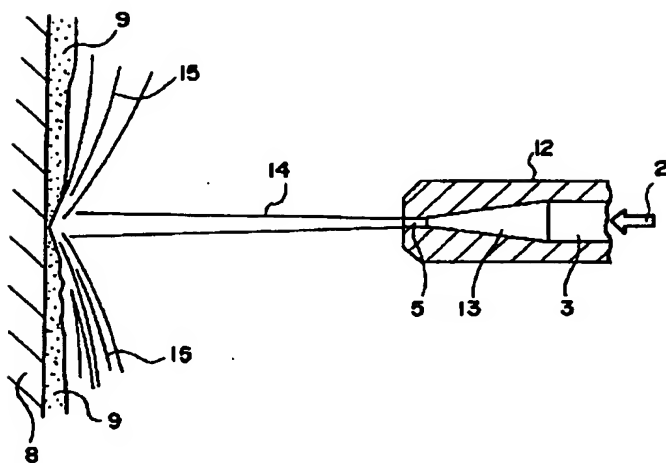
【図8】



【図11】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 松本 曜明  
広島県呉市宝町6番9号 パブコック日立  
株式会社呉工場内

(72)発明者 浜田 幾久  
東京都港区浜松町二丁目4番1号 パブコ  
ック日立株式会社内

(72)発明者 宇根 照夫  
東京都港区浜松町二丁目4番1号 パブコ  
ック日立株式会社内



Fターム(参考) 3B116 BB32 BB90  
3B201 BB32 BB90 BB92 CB01  
4F033 AA04 BA04 CA01 DA01 EA01  
NA01